

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-011122

(43)Date of publication of application : 16.01.1998

(51)Int.Cl.

G05B 19/4062  
G05B 19/4065  
B25J 9/22  
G05B 19/406  
G05B 19/408  
G05B 23/02  
G06F 3/14

(21)Application number : 08-162249

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>

(22)Date of filing : 24.06.1996

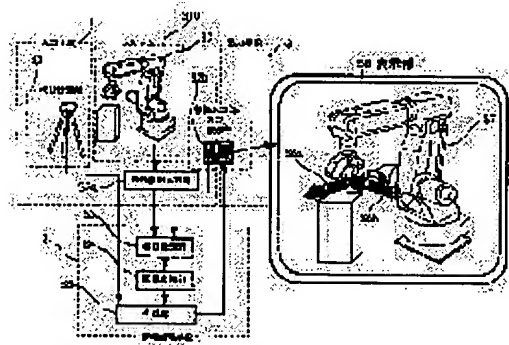
(72)Inventor : NAKAMURA YUKIHIRO  
SHIMOKURA KENICHIRO  
MIZUKAWA MAKOTO

## (54) INFORMATION PROVIDING DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To simplify teaching and to shorten teaching time by presenting a response result for teaching before operating a robot without requiring considerable computer power or programs.

**SOLUTION:** A state measuring part S1 measures the current states of a robot and an environment S9 by a CCD camera. On an information input part S2b, an operator inputs robot operation information by a teaching pendant. A state estimating part S3 estimates a response after the operation of the robot based on inputted operation information and converts the estimated operation result into information to be displayed as a picture. A picture conversion part S4 prepares picture information related to the response of the robot based on the information related to the camera and the information calculated by the state estimating part S3. A synthetic part S5 synthesizes the picture information measured by the CCD camera in the state measuring part S1 and the picture information related to the



response of the robot estimated by the state estimating part S3. A display part S8 displays information synthesized by the synthetic part 8 and provides the synthesized information to the operator.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-11122

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月16日

(51) Int. Cl. <sup>4</sup>	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
G 0 5 B 19/4032			G 0 5 B 19/405	L
19/4065			B 2 5 J 9/22	A
B 2 5 J 9/22		0360-3H	G 0 5 B 23/02	3 0 1 T
G 0 5 B 19/406		0360-3H		3 0 1 M
19/406			G 0 6 F 3/14	3 2 0 A

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-162249

(22) 出願日 平成8年(1996) 6月24日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72) 発明者 中村 孝博

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 下台 健一朗

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

(72) 発明者 水川 真

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本  
電信電話株式会社内

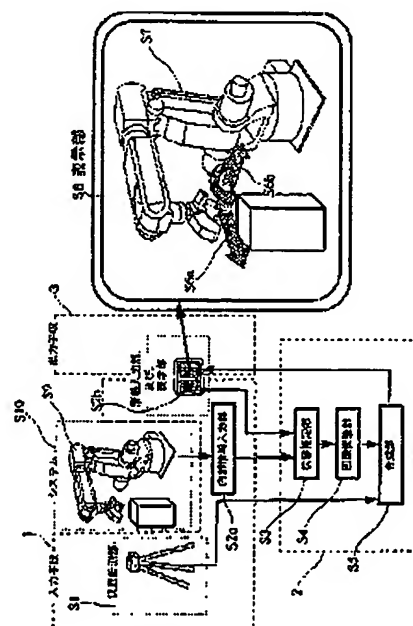
(74) 代理人 弁理士 志賀 富士弥

(54) 【発明の名称】 情報提示装置

## (57) 【要約】

【課題】 多大なコンピュータ・パワーやプログラムを要せずにロボット動作前に教示に対する応答結果を提示して、教示を簡略化し、教示時間を短縮する。

【解決手段】 状態計測部S1にて、ロボットと環境S9の現在状態をCCDカメラによって計測する。情報入力部S2にて、操作者は教示ペンダントによってロボットの操作情報を入力する。状態推定部S3では、入力された操作情報を基にロボットの操作後の応答を推定し、推定された操作結果を画像で表示するための情報に変換する。画像変換部S4では、カメラに関する情報と状態推定部S3で算出した情報を基に、ロボットの応答に関する画像情報を作成する。合成部S5では、状態計測部S1によりCCDカメラで計測した画像情報と、状態推定部S3により推定されたロボットの応答に関する画像情報を合成する。表示部S8では、合成部S5により合成した情報を表示して操作者に対し提示する。



(2)

特開平10-11122

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 状態を表示するための情報提示装置であって、

現在のシステムの状態を外部から計測し画像情報を獲得する状態計測部と、操作者が情報を入力するための情報入力部と、前記システムの内部の情報を入力する内部情報入力部とを入力手段として持ち、

操作者が入力した前記情報による前記システムの応答を、前記システムの内部の情報を基に事前に推定する状態推定部と、前記推定したシステムの応答に関する情報を画像情報に変換する画像変換部と、前記現在のシステムの画像情報と前記推定したシステムの応答に関する画像情報を合成する合成部からなる情報処理手段を有し、前記合成した画像情報を操作者に提示する表示部からなる出力手段を有する、ことを特徴とする情報提示装置。

【請求項2】 画像変換部は、推定したシステムの応答に関する情報を、状態計測部に関する情報、操作者が入力した情報、及び、システムの内部の情報を基に、矢印で表された画像情報に変換するものである、

ことを特徴とする請求項1に記載の情報提示装置。

【請求項3】 合成部は、操作者が入力した情報に対する推定したシステムの応答に関する情報を変換した画像情報と、状態計測部によって獲得された現在のシステムに関する画像情報を重ね合わせることによって画像情報を合成するものである、

ことを特徴とする請求項1に記載の情報提示装置。

【請求項4】 出力部は、操作者が入力した情報に対する推定したシステムの応答に関する情報を変換した画像情報と、状態計測部によって獲得された現在のシステムに関する画像情報を合成した画像情報を2次元画面に提示するものである、

ことを特徴とする請求項1または請求項2または請求項3に記載の情報提示装置。

【請求項5】 システムは、ロボットを具備するものであり、

内部情報入力部は、前記ロボットに具備したセンサの計測結果を入力するものであり、

状態推定部は、状態計測部に関する情報、操作者が入力した情報、及び、前記ロボットに具備したセンサの計測結果を基に、前記ロボットの動作結果を推定するものである、

画像変換部は、その動作結果を矢印で表された画像情報に変換するものである、

ことを特徴とする請求項1に記載の情報提示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工業製品の製造等における工業用ロボットなどを有したシステムに対して、操作結果を予め提示する情報提示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】今日、産業用ロボットが広く導入されている。そこでのロボットへの教示は、主に教示ペンダントによって所望する位置や姿勢になるようにロボットを操作することによって行っている。この時、教示ペンダントは、ロボットへの動作コマンドを発行するのみであり、教示ペンダントでの操作がロボットの動作にどのように反映されるかを予め操作者は知ることができない。そのため、操作者は、環境との干渉を考慮しつつロボットを操作する必要がある。操作に対する習熟期間を要する。そこで、ロボットへの操作結果を予め操作者が知ることができれば便利である。

【0003】ロボットに作業を教示する方法は、教示ペンダントによって実際にロボットを位置決めすべき位置・姿勢に誘導操作し、そこでのロボットの位置・姿勢情報を記憶させるリモートティーチが主流である。この手法は、現場において実際のロボットを観察しながら教示できるので、教示システムとしては簡易なもので実現できる。

【0004】また、ロボットへの教示に関して、例えば、高橋等らは、ロボットと作業環境をコンピュータ・グラフィックス技術を用いて仮想環境で表現し、この仮想環境下で操作者がロボットへの操作を行い、その操作結果をロボットで実現させる手法を提案している。（高橋，“人工現実感を利用したロボット教示と実行システム”，電子情報通信学会，HC91-3，pp.15-20，1991）。この手法は、ロボットの側に操作者がいなくても教示できるため、安全上有効であり、製造現場においても導入することは十分考えられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ロボットに対し上記したリモートティーチを行った場合、教示ペンダントは操作者からのボタン操作等による動作命令のみをロボットに送り、その応答結果を操作者に提示することができない。そのため、操作者は環境とロボットの干渉が起こらないように、また、所望した動作をロボットが実現するように、多大な習熟期間をかけてロボットの操作を学習する必要がある。

【0006】一方、上記コンピュータ・グラフィックス技術を用いた仮想環境下でのロボットに対する教示では、ロボットと環境に関する正確な幾何モデルを必要とし、これら幾何モデルの作成と実際の対象物との対応をとるために、多大なプログラムを作成する期間や手間を要する。また、実時間でコンピュータ・グラフィックスによって表示を行う必要がある。多大なコンピュータ・パワーを要するため、現実的に製造現場での導入は困難である。

【0007】本発明は、従来のリモート教示において操作者の操作結果に対するロボットの動作を予め操作者が知ることができないため、多大なロボットに対する教示

(3)

特開平10-11122

3

時間や操作に関する習熟時間を要していた問題を、多大なコンピュータ・パワーや多大なプログラムを用いることなく解決して、教示コストを削減し、ロボットの利用の促進を図るための情報提示装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明は、状態を表示するための情報提示装置であって、現在のシステムの状態を外部から計測し画像情報を獲得する状態計測部と、操作者が情報を入力するための情報入力部と、前記システムの内部の情報を入力する内部情報入力部とを入力手段として持ち、操作者が入力した前記情報による前記システムの応答を、前記システムの内部の情報を基に事前に推定する状態推定部と、前記推定したシステムの応答に関する情報を画像情報に変換する画像変換部と、前記現在のシステムの画像情報と前記推定したシステムの応答に関する画像情報を合成する合成部からなる情報処理手段を有し、前記合成した画像情報を操作者に提示する表示部からなる出力手段を有する、ことを特徴とする。

【0009】また、前記画像変換部は、推定したシステムの応答に関する情報を、状態計測部に関する情報、操作者が入力した情報、及び、システムの内部の情報を基に、矢印で表された画像情報に変換するものである、ことを特徴とする。これにより、簡易なグラフィックスによる表現が容易にできる。

【0010】また、前記合成部は、操作者が入力した情報に対する推定したシステムの応答に関する情報を変換した画像情報と、状態計測部によって獲得された現在のシステムに関する画像情報を重ね合わせることによって画像情報を合成するものである、ことを特徴とする。これにより、システムに関する幾何モデル等が不要になる。

【0011】また、前記出力部は、操作者が入力した情報に対する推定したシステムの応答に関する情報を変換した画像情報と、状態計測部によって獲得された現在のシステムに関する画像情報を合成した画像情報を2次元画面に提示するものである、ことを特徴とする。これにより、安価なモニタが使用可能になる。

【0012】さらに、前記システムは、ロボットを具備するものであり、前記内部情報入力部は、前記ロボットに具備したセンサの計測結果を入力するものであり、前記状態推定部は、状態計測部に関する情報、操作者が入力した情報、及び、前記ロボットに具備したセンサの計測結果を基に、前記ロボットの動作結果を推定するものであり、前記画像変換部は、その動作結果を矢印で表された画像情報に変換するものである、ことを特徴とする。これにより、ロボットと環境との干渉や動作の確認が容易になり、ロボットの教示の簡略化・教示時間の短縮が可能になる。

4

【0013】本発明では、現在のシステム（例えば、ロボットと環境）に関する画像情報を状態計測部で計測し、システムが動く前に、情報入力部から入力した操作者の情報に対するシステムの応答結果を状態推定部によって推定し、この応答結果を画像変換部によって簡易なグラフィックスで表現し、現在のシステムの画像情報に合成部によって合成して操作者に提示することにより、システムと環境等との干渉や動作の確認を容易にし、教示の簡略化・教示時間の短縮を可能にして、教示コストを低減させる。例えば、製造分野で用いられるロボットを操作する場合等に、教示ペンダント等での操作によるロボットの応答結果を、ロボットが動作する前に操作者に提示可能とし、従来、ロボットの応答結果を予め参照できない教示ペンダント等と比べて、環境等との干渉や動作の確認を容易に認識可能とし、教示の簡略化・教示時間の短縮を可能にする。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態例を、図を用いて詳細に説明する。

【0015】図1は、本発明に基づく実施形態例を、システムをロボットに定めて示したブロック構成図である。本実施形態例による情報提示装置は、入力手段1、情報処理手段2、および出力手段3で構成されている。入力手段1は、現在のシステムS10の状態を外部から計測し画像情報を獲得する状態計測部S1、システムS10の内部の情報を入力する内部情報入力部S2a、および操作者が情報を入力する情報入力部S2bから成る。情報処理手段2は、操作者が入力した情報によるシステムS10の応答を、システムS10の内部の情報を基に事前に推定する状態推定部S3、推定したシステムS10の応答に関する情報を画像情報に変換する画像変換部S4、および現在のシステムS10の画像情報と推定したシステムの画像情報を合成する合成部S5からなる。出力手段3は、合成した情報を操作者に提示する表示部S8からなる。なお、情報入力部S2bと表示部S8とは、一つの画像端末により兼用可能である。

【0016】本実施形態例では、状態計測部S1において、ロボットと環境S9の現在の状態を市販されているCCDカメラによって計測する。そして、情報入力部S2bにおいて、操作者は教示ペンダントによってロボットの操作情報を入力する。状態推定部では、入力された操作者の操作情報を基にロボットの操作後の応答を推定し、操作者によるロボットの操作結果を画像で表示するための情報に変換する。画像変換部S4では、カメラに関する情報と状態推定部S3で算出した情報を基に、画像情報を作成する。合成部S5では、状態計測部S1によりCCDカメラで計測した画像情報と、状態推定部S3により推定されたロボットの応答に関する画像情報を合成する。表示部S8では、合成部S5により合成した画像情報を表示して操作者に対し提示する。

(4)

特開平10-11122

5

6

【0017】図2を用いて、上記実施形態例の動作の詳細について述べる。

【0018】〔状態計測部と情報入力部〕本実施形態例では、状態計測部S1において、ロボットと環境の現在の状態を市販されているCCDカメラS11によって計測する。そして、情報入力部S2bにおいて、操作者は市販の教示ペンダントS21によってロボットの操作情報F1を入力する。

【0019】〔状態推定部〕

“状態の推定”状態推定部S3では、操作者の操作情報F1（ロボットの位置 $P_{next}$ と各軸毎の回転角 $\alpha_{next}$ ,  $\beta_{next}$ ,  $\gamma_{next}$ ）から同次変換行列 $T_{next}$ を次式に基づき

$${}^sR_{0i} = \begin{bmatrix} c\alpha c\beta c\alpha s\beta c\gamma - s\alpha c\gamma c\alpha s\beta c\gamma + s\alpha s\gamma & s\alpha c\beta c\alpha s\beta c\gamma + c\alpha c\gamma c\alpha s\beta c\gamma - c\alpha s\gamma & -s\beta & c\beta s\gamma & c\beta c\gamma \\ c\alpha c\beta s\alpha s\beta c\gamma + s\alpha c\gamma s\alpha s\beta c\gamma - c\alpha s\gamma & s\alpha c\beta s\alpha s\beta c\gamma - c\alpha c\gamma s\alpha s\beta c\gamma + c\alpha s\gamma & c\beta c\gamma & -s\beta s\gamma & s\beta c\gamma \\ -s\alpha s\beta c\alpha s\beta c\gamma - c\alpha c\gamma s\alpha s\beta c\gamma + c\alpha s\gamma & c\alpha s\beta c\alpha s\beta c\gamma - s\alpha c\gamma c\alpha s\beta c\gamma + s\alpha s\gamma & s\beta c\gamma & c\beta c\gamma & -s\beta s\gamma \\ -s\alpha s\beta s\alpha s\beta c\gamma + c\alpha c\gamma s\alpha s\beta c\gamma - c\alpha s\gamma & s\alpha s\beta s\alpha s\beta c\gamma + c\alpha c\gamma s\alpha s\beta c\gamma - c\alpha s\gamma & s\beta s\gamma & -c\beta c\gamma & s\beta c\gamma \\ -s\alpha s\beta s\alpha s\beta c\gamma + c\alpha c\gamma s\alpha s\beta c\gamma - c\alpha s\gamma & s\alpha s\beta s\alpha s\beta c\gamma + c\alpha c\gamma s\alpha s\beta c\gamma - c\alpha s\gamma & s\beta c\gamma & -c\beta c\gamma & s\beta s\gamma \end{bmatrix}$$

（ $c\alpha$ は $\cos \alpha$ ,  $s\alpha$ は $\sin \alpha$ などを表しているとする。）すると、上記同次変換行列は以下のようになる。

【0023】

【数2】

$$T_{next} = \begin{bmatrix} {}^{next}R_{0i} & P_{next} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \in R^{4 \times 4}$$

※

$$T_{current} = \begin{bmatrix} {}^{current}R_{0i} & P_{current} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \in R^{4 \times 4}$$

【0026】は、現在のロボットの手先の位置と姿勢をワールド座標系に関して表現した位置ベクトル $P_{current} \in R^{3 \times 1}$ と回転行列 ${}^{current}R_{0i} \in R^{3 \times 3}$ で構成される同次変換行列、 $o \in R^{3 \times 1}$ は、 $[0, 0, 0]^T$ である。

【0027】“表示情報の算出”次いで、推定したロボットの位置と姿勢に関する同時変換行列F3（ $P_{next}$ ,  $P_{current}$ ）から、次式に基づいて、ロボットの手先での並進ベクトル $P_{\Delta} \in R^{3 \times 1}$ を算出、生成する（S32）。

【0028】 $P_{\Delta} = P_{next} - P_{current}$

ただし、 $P_{next} \in R^{3 \times 1}$ は、 $T_{next}$ から算出されるロボットの手先の応答後のワールド座標系に関する位置ベクトル、 $P_{current} \in R^{3 \times 1}$ は、 $T_{current}$ から算出されるワールド座標系に関する現在のロボットの手先の位置ベクトルである。

【0029】また、次式に基づいて、ロボットの手先での回転ベクトル $R_{\Delta} \in R^{3 \times 3}$ を求める（S32）。

【0030】 $R_{\Delta} = {}^{current}R_{0i}^{-1} \cdot {}^{next}R_{0i}$

ただし、 ${}^{next}R_{0i} = [\theta \cdot kx, \theta \cdot ky, \theta \cdot kz]^T$ であり、この各要素は、

$\theta = \text{Acos}((r11 + r22 + r33 - 1)/2)$

【0031】

\*いて求め、操作後のロボットの状態を算出、推定する（S31）。また、内部情報入力部S2aから入力されたシステムS10内部の情報F2（現在のロボットS9aの位置 $P_{current}$ と各軸毎の回転角 $\alpha_{current}$ ,  $\beta_{current}$ ,  $\gamma_{current}$ ）から同次変換行列 $T_{current}$ も次式を基に算出する（S31）。

【0020】ここで、座標系Aのx軸周りに $\gamma$ , y軸周りに $\beta$ , z軸周りに $\alpha$ だけ回転させた座標系Bの姿勢を次式の回転行列で表現する。

【0021】

【数1】

20 される同次変換行列、

【0025】

【数3】

【数4】

$$[kx, ky, kz]^T = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} r32 - r23 \\ r13 - r31 \\ r21 - r12 \end{bmatrix}$$

【0032】で求められる。

【0033】ここで、 $r11, r12, r13, r21, r22, r23, r31, r32, r33$ は、姿勢を表現する回転行列 ${}^{next}R_{0i} \in R^{3 \times 3}$ の要素であり、以下の式で求められる。

【0034】

${}^{next}R_{0i} = {}^{current}R_{0i}^{-1} \cdot {}^{next}R_{0i}$

ただし、

【0035】

【数5】

$$\begin{bmatrix} r11 & r12 & r13 \\ r21 & r22 & r23 \\ r31 & r32 & r33 \end{bmatrix} = {}^{current}R_{0i}^{-1} \cdot {}^{next}R_{0i}$$

【0036】〔画像変換部〕画像変換部では、カメラの位置に関する情報F5（c）と推定したロボットの手先での並進ベクトルと回転ベクトルF4（ $P_{\Delta}$ ,  $R_{\Delta}$ ）から、次式に基づいてカメラ撮像面に写像した並進・回転ベクトルを作成する。

50

(5)

特開平10-11122

7

【0037】 $P_{1, \dots, n} = Y(c) P_{0, \dots, n}$  $R_{1, \dots, n} = Y(c) R_{0, \dots, n}$ ただし、 $P_{1, \dots, n}, R_{1, \dots, n} \in R^{n+1}$ は、カメラの撮像面に写像された並進ベクトル $R_{1, \dots, n} \in R^{n+1}$ は、カメラの撮像面に写像された回転ベクトル

$Y(c) \in R^{n+1}$ は、ワールド座標系に関する並進ベクトルと回転ベクトルをカメラの撮像面に写像するための、カメラ撮像面の位置姿勢とカメラの焦点で構成されるパラメータ $c$ から算出される変換行列。この変換行列やパラメータ $c$ は、カメラの撮像面への対象物の写像の手法に依存し、例えば、公知の中心投影や並行投影に対する座標変換行列とそれに伴うパラメータを用いる（今宮他、"コンピュータグラフィックス"、日本コンピュータ協会、p. 235～p. 325）。

【0038】ベクトル $Y(c) P_{0, \dots, n} \in R^{n+1}$ で表現される点を原点とした、並進・回転ベクトル $P_{1, \dots, n}, R_{1, \dots, n}$ を図1の矢印S6a、S6bのように表現した画像情報F6を生成する。

【0039】〔合成部〕合成部S5では、例えば、長谷川等が用いたスーパーインポーズブレイ技術を用いて、CCDカメラS11で計測した画像情報S7と、推定されたロボットの応答に関する画像情報F6を画像台成装置S51を用いて台成する（長谷川、龜山、"微路教示と自動精度改善によるロボット作業環境の幾何モデリング"、計測自動制御学会論文集、vol. 25, No. 12, pp. 109-116, 1989）。

【0040】〔表示部〕表示部S8では、市販されているモニタS81上に合成部S7で台成された情報F8を提示する。

【0041】

【発明の効果】以上で述べたように、本発明によれば、現在のシステム（例えば、ロボット等と環境）に関する画像情報を計測し、システムが動く前に、操作者が入力した情報に対するシステムの応答結果を推定し、この応答結果を簡易なグラフィックスで表現し、上記の現在のシステムの画像情報に台成して操作者に提示するような構造になっていることから、システムが操作に応じて動作する前に、表示部では現在のシステムの状態と操作に

8

したシステムの状態を画像等によって操作者に提示することができる。

【0042】その結果、システムが動作する前に、操作者は操作に対するシステムの動作を知ることができ、システム（特にロボット等）と環境との干渉や動作の確認を容易に認識することが可能となる。また、システムを全てコンピュータ・グラフィックスで表示することに比べて、コンピュータにおける処理量を大幅に削減することができる。すなわち、教示の簡略化・教示時間の短縮が、高度なグラフィックス処理機構を有さないコンピュータを用いて可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態例を示すシステム構成図。

【図2】上記実施形態例における情報の処理を説明するブロック図。

【符号の説明】

1…入力手段

2…情報処理手段

3…出力手段

S1…状態計測部

S2a…内部情報入力部

S2b…情報入力部

S3…状態推定部

S4…画像変換部

S5…合成部

S6a…ロボット手先の並進方向の応答を表現する矢印

S6b…ロボット手先の回転方向の応答を表現する矢印

S7…カメラで得られたロボットと環境の画像

S8…表示部

S9…ロボットと環境

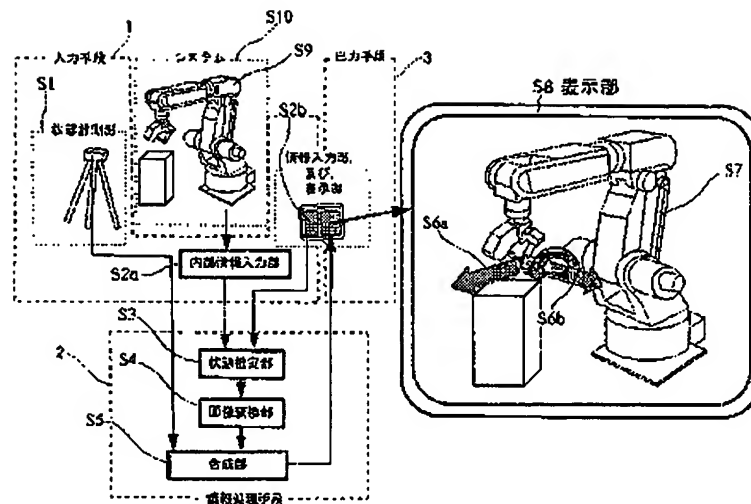
S10…システム

F1… $P_{next}, \alpha_{next}, \beta_{next}, \gamma_{next}$ F2… $P_{current}, \alpha_{current}, \beta_{current}, \gamma_{current}$ F3… $T_{current}, T_{next}$ F4… $P_{0, \dots, n}, R_{0, \dots, n}$ F5… $c$ F6… $P_{1, \dots, n}, R_{1, \dots, n}$ から生成した画像情報

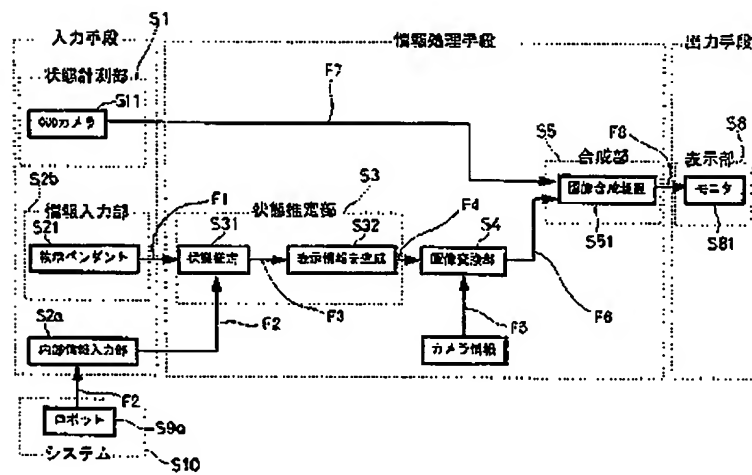
F7…カメラで得られたロボットと環境の画像情報

F8…台成した画像情報

【圖 1】



【圖2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.°  
G 0 5 B

識別記号  
301

片内整理番号

F I  
G O 5 B 19/405

### 技術表示箇所

G06F 3/14

320